

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-147383

(P2001-147383A)

(43) 公開日 平成13年5月29日 (2001.5.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	特コード* (参考)
G 0 2 B 23/26		C 0 2 B 23/26	C 2 H 0 4 0
A 6 1 B 1/00	3 0 0	A 6 1 B 1/00	3 0 0 Y 2 H 0 4 0
G 0 2 B 26/10	1 0 1	G 0 2 B 26/10	1 0 1 2 H 0 5 2
// G 0 2 B 21/00		21/00	4 C 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平11-330192

(22) 出願日 平成11年11月19日 (1999. 11. 19)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 松本 一哉

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 片白 雅浩

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

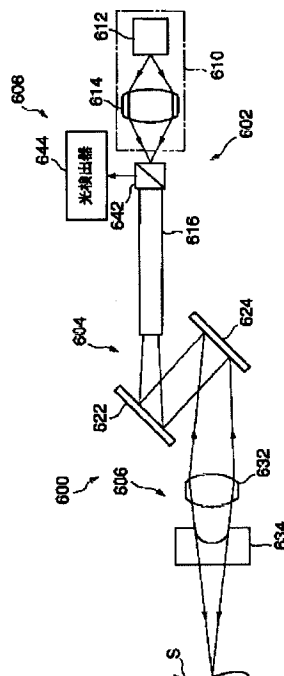
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光走査型光学装置およびこれを用いた内視鏡

(57) 【要約】

【課題】 高価なCCD等の固体撮像素子を用いることなく、二次元画像を高い分解能で取得し得る光走査型光学装置を提供することである。

【解決手段】 光走査型光学装置600は、光ビームを射出するための光源部602と、光ビームを走査するための走査部604と、光ビームを集光させるための集光光学系606と、被検体Sから集光光学系606と走査部604を経て戻る光を検出するための検出部608とを備えている。走査部604は互いに直交する二本の軸の各々の周りに揺動可能な反射面を有する第一と第二の一次元走査ミラー622と624を備えている。走査ミラーは例えば半導体製造プロセスを用いて作製されるマイクロマシンミラーである。光検出部608は、被検体Sから集光光学系606と走査部604を経て戻る光を分離するビームスプリッター642と、分離された光を光電変換する光検出器644とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検体の画像を得るために、被検体に光を照射し、その戻り光を検出する光走査型光学装置であって、

光ビームを射出するための光源部と、

光ビームを走査するための走査部と、

光ビームを集光させるための集光光学系と、

被検体から集光光学系と走査部を経て戻る光を検出するための検出部とを備えている光走査型光学装置。

【請求項2】 走査部は複数の反射体を備えており、反射体の少なくとも一つは少なくとも一本の軸の周りに揺動可能な反射面を持つ走査ミラーであり、走査ミラーは半導体製造プロセスを用いて作製されたマイクロマシンミラーである、請求項1に記載の光走査型光学装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の光走査光学装置を挿入部の先端部分に備えた内視鏡であって、光走査型光学装置の視野方向が内視鏡の挿入方向と一致している、内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走査光学系を内蔵する光走査型光学装置及びこれを用いた内視鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の電子内視鏡では、光源から発せられた照明光はライトガイドにより被検体まで導かれ照射される。被検体からの反射光は、対物レンズを通り、結像レンズにより結像され、その結像面に配置されたCCD等の固体撮像素子によって光電変換される。固体撮像素子からの信号は信号処理回路により画像化され、その画像が例えばモニターに表示される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の電子内視鏡に用いられているCCD等の固体撮像素子は高価である。特に小型化された撮像素子は、高度の製造プロセスを必要とするため、非常に高価である。これは、内視鏡等の光学装置のコストの上昇を招く。

【0004】また、撮像画像の解像度はCCDの分解能によりほぼ決まってしまうという制約がある。CCDでは画像を画素に分解して出力する。製造プロセスの進展により画素の大きさは約4 μ mまでは来ているが、これ以上、感度などの性能を犠牲にすることなく、画素サイズを小さくすることは極めて困難である。

【0005】しかし、対物レンズの分解能は用途によっては1 μ m程度まで高めることができる。すなわち、従来の電子内視鏡は、光学系の持つ高度な分解能を生かせず、高解像度化が難しい。

【0006】本発明は、このような現状に鑑みてなされたものであり、その目的は、高価なCCD等の固体撮像素子を用いることなく、二次元画像を高い分解能で取得

し得る光学装置及びこれを用いた内視鏡を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、ある面においては、被検体の画像を得るために、被検体に光を照射し、その戻り光を検出する光走査型光学装置であって、光ビームを射出するための光源部と、光ビームを走査するための走査部と、光ビームを集光させるための集光光学系と、被検体から集光光学系と走査部を経て戻る光を検出するための検出部とを備えている。走査部は、例えば、複数の反射体を備えており、反射体の少なくとも一つは少なくとも一本の軸の周りに揺動可能な反射面を持つ走査ミラーであり、走査ミラーは半導体製造プロセスを用いて作製されたマイクロマシンミラーである。

【0008】本発明は、別の面においては、上述の光走査光学装置を挿入部の先端部分に備えた内視鏡であって、光走査型光学装置の視野方向が内視鏡の挿入方向と一致している。

【0009】

【発明の実施の形態】図1に示されるように、本発明の実施の形態の光走査型光学装置600は、光ビームを射出するための光源部602と、光ビームを走査するための走査部604と、光ビームを集光させるための集光光学系606と、被検体Sから集光光学系606と走査部604を経て戻る光を検出するための検出部608とを備えている。

【0010】光源部602は、光を発する光源612と光源612からの光を集光するレンズ614を含む光源ユニット610と、光を一端から取り込んで他端から光ビームを射出するライトガイド616とを備えている。光源612は、例えばRGBの面順次光を発する。ライトガイド616は、例えばマルチモードファイバーである。ライトガイド616は、ファイバーバンドルや光ファイバーアンプであってもよい。光ファイバーアンプは、光を増幅するので、光量不足の解消に有益である。

【0011】走査部604は第一の一次元走査ミラー622と第二の一次元走査ミラー624を備えており、第一の一次元走査ミラー622はライトガイド616から射出される光ビームを第二の一次元走査ミラー624に方向付け、第二の一次元走査ミラー624は第一の一次元走査ミラー622からの光ビームを集光光学系606に方向付ける。

【0012】第一の一次元走査ミラー622と第二の一次元走査ミラー624は共に、互いに独立な二本の軸の各々の周りに揺動可能な反射面を有している。ここで使用される「独立な二本の軸」という用語は、互いに非平行な、好ましくは互いに直交する二本の仮想的な直線をいう。例えば、第一の一次元走査ミラー622は紙面に平行な軸の周りに揺動可能な反射面を有し、第二の一次元走査ミラー624は紙面に垂直な軸の周りに揺動可能な

反射面を有する。

【0013】好適な一次元走査ミラーは、例えば半導体製造プロセスを用いて作製されるマイクロマシンミラーである。半導体製造プロセスは μm オーダーで加工可能であり、これにより作製されるマイクロマシンミラーは非常に小型である。これは装置の小型化に貢献する。また、マイクロマシン製造プロセスは、固体撮像素子の製造プロセスに比べて非常に緩いルールで運用されるので、マイクロマシンミラーは固体撮像素子に比べ安価に製造され得る。このような一次元走査ミラーは、例えば静電方式で駆動されるが、電磁方式や圧電方式によって駆動されてもよい。

【0014】集光光学系606は、レンズ632とレンズ634を備えるレンズ系を備えている。このレンズ系は、走査部604からの発散性の光ビームを収束性の光ビームに変換する。

【0015】光検出器608は、被検体Sから集光光学系606と走査部604を経て戻る光を、光源612から被検体Sに向かう行きの光から分離するビームスプリッター642と、ビームスプリッター642で分離された光を、その強度に応じた電気信号に変換するための光検出器644とを備えている。

【0016】光源612はRGBの面順次光を発するのに関連して、光検出器644は、例えばフォトダイオードである。この構成は、光検出器644がただ一つのフォトダイオードで済むので、部品点数の低減の点で有利である。光検出器644は、アバランシェフォトダイオードやピンフォトダイオードやフォトマルチプライヤーであってもよい。フォトマルチプライヤーは、光増幅作用を有するので、被検体からの戻り光の光量不足の解消に有益である。

【0017】図1において、光源612で発せられた光、例えばRGBの面順次光は、レンズ614で集光され、ビームスプリッター642を経て、ライトガイド616に入る。ライトガイド616から射出された光ビームは、第一の走査ミラー622と第二の走査ミラー624で反射された後、レンズ632とレンズ634のレンズ系により収束性の光ビームに変換される。

【0018】被検体Sに当たった収束性の光ビームは、その表面あるいは内部に光スポットを形成し、そこで光は反射あるいは散乱される。被検体Sで反射あるいは散乱された光の一部の成分は、レンズ632とレンズ634のレンズ系に入り、第二の走査ミラー624と第一の走査ミラー622を経て、ライトガイド616に入る。

【0019】ライトガイド616に入った光は、光源612から被検体Sに向かう行きの光から分離され、ビームスプリッター642によって光検出器644に方向付けられる。光検出器644に入射した光は光電変換される。

【0020】第一の走査ミラー622と第二の走査ミラ

ー624は、例えば反射面を互いに直交する軸の周りに揺動し、これに応じて光ビームは二次元的に走査され、その結果、被検体Sからの戻り光すなわち反射光あるいは散乱光の発生源である光スポットも二次元的に走査、例えばラスタ走査される。

【0021】光検出器644の出力信号は信号処理回路に取り込まれ、そこで走査信号と合わせて処理されることにより、被検体Sの走査範囲の画像が得られる。この処理はRGBの面順次光の各々に対して行なわれ、各色の画像を合成することにより被検体Sの走査範囲のカラー画像が得られる。得られた画像は例えばモニター454に表示される。

【0022】このように得られる画像の分解能は、集光光学系606が光ビームを絞り込むことにより形成される光スポットの大きさで決まる。集光光学系606は、光スポットを $1\mu\text{m}$ 径以下の大きさに絞ることができる。従って、この光走査型光学装置は $1\mu\text{m}$ の分解能を達成し得る。これは固体撮像素子の分解能に比べて遙かに高い。

【0023】被検体Sの観察においては、ツルーズーム的な観察を行なってもよい。すなわち、観察当初は、走査範囲を比較的大きく設定し、これにより被検体の観察領域の全体像を把握した後に、走査範囲を狭めて、特に詳しく調べたい部分を、詳細に高感度で高速度に観察してもよい。

【0024】このように本実施の形態の光走査型光学装置は、比較的高価なCCD等の撮像素子を用いることなく、被検体の画像を高い分解能で得ることができる。

【0025】このような光走査型光学装置600が組み込まれた内視鏡650が図2に示される。

【0026】ライトガイド616のビーム射出端と第一の一次元走査ミラー622と第二の一次元走査ミラー624とレンズ632とレンズ634は共に硬質部の内部に配置され、レンズ634は内視鏡650の先端面に位置している。ライトガイド616は軟質部の中を延びており、先端の硬質部内に配置された光学要素と手元部に配置された光源612や光検出器644等の光学要素とを光学的に連結している。

【0027】このようにライトガイド616の使用は、光源612と光検出器644が内視鏡650の先端近くに位置する集光光学系606と走査部604から離されて配置されることを可能にし、装置構成の自由度を高める。内視鏡650は、図示されていないが、この他に、各種処置用の柑子チャネルを有している。

【0028】内視鏡650に組み込まれた光走査型光学装置600の視野方向は、内視鏡650の挿入方向と一致している。従って、内視鏡650は、挿入方向と視野方向が一致したいわゆる直視型内視鏡であり、操作性に優れている。

【0029】一次元走査ミラーとしてマイクロマシンミ

ラー622と624の使用は、光走査型光学装置600の細径化に貢献し、光走査型光学装置600が内視鏡650の先端部に好適に組み込まれるのを可能にする。また、光ビームを90°を越える角度で折り返す第一の一次元走査ミラー622と第二の一次元走査ミラー624の配置は、硬質部の長さの短縮に貢献し、硬質長が短い内視鏡650の提供を可能にする。

【0030】本発明の光走査型光学装置は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱することなく様々な変形や変更が可能である。

【0031】光走査型光学装置の第一の変形例では、光源部602の光源612は白色光を発し、光検出器644は、図3に示されるように、ビームスプリッター642からの光ビームをRGBに対応した三本の光ビームに分割する色分解プリズム662と、赤色光を検出するための赤色用光検出器664と、緑色光を検出するための緑色用光検出器666と、青色光を検出するための青色用光検出器668とを備えている。

【0032】ビームスプリッター642により分離された被検体Sからの戻り光のビームは、色分解プリズム662によって、RGBに対応した赤色光と緑色光と青色光の三本のビームに分割される。分割された赤色光と緑色光と青色光のビームは、それぞれ、赤色用光検出器664と緑色用光検出器666と青色用光検出器668に達し、これにより光電変換される。

【0033】本変形例の光走査型光学装置は、一回の走査でRGB信号を得るので、RGBの面順次光の照射による画像取得に比べて、高い動解像度を有する。

【0034】光走査型光学装置の第二の変形例では、光検出器644は、図4に示されるように、ビームスプリッター642からの光ビームを二本に分割するビームスプリッター672と、分割された一方の光ビームを検出する光検出素子674と、分割された他方の光ビームを分光する分光装置676と、分光された光を検出する光検出素子678とを備えている。分光装置676は、例えば分光器であるが、回折格子やプリズムであってもよい。

【0035】ビームスプリッター642により分離された被検体Sからの戻り光のビームは、ビームスプリッター672によって二本に分割される。一方のビームは、直接、光検出素子674に達し、これにより光電変換される。他方のビームは、分光装置676を経て、光検出素子678に達し、これにより光電変換される。

【0036】本変形例の光走査型光学装置は、分光装置676で所望の光波長を選択することにより、例えば、病変部特有の蛍光を検出でき、その蛍光像を得ることができる。つまり、本変形例の光走査型光学装置は、通常の観察に加えて、蛍光観察を行なうことができる。病変部は特殊な蛍光を発する場合があり、蛍光観察に基づいて病変の診断を行なうことが可能となる。

【0037】光走査型光学装置の第三の変形例では、図5(A)に示されるように、集光光学系606は、同軸に配置されたレンズ636とレンズ632とレンズ634を含むレンズ系を備えている。走査部604は、ライトガイド616から射出される光ビームの通過を許す開口686を中央に有する二次元走査ミラー684と、二次元走査ミラー684の開口686を通過した光ビームを二次元走査ミラー684に向けて反射する固定ミラー682とを備えている。二次元走査ミラー684は、例えば、いわゆるジンバル構造を有し、互いに直交する二本の軸の周りに揺動可能な反射面を備えており、固定ミラー682からの光ビームを集光光学系606に向けて反射する。

【0038】固定ミラー682は、レンズ636によって支持され、レンズ636の中央に位置している。固定ミラー682は、例えば、レンズ636の光学表面に選択的に金属を蒸着して作製される。

【0039】好適な二次元走査ミラーは、前述の一次元走査ミラーと同様に、半導体製造プロセスを用いて作製されるマイクロマシンミラーであり、非常に小型に、また、固体撮像素子よりも安価に製造され得る。二次元走査ミラーは、例えば静電方式や電磁方式や圧電方式によって駆動され、その反射面は、互いに直交する二本の軸の周りに揺動され得る。

【0040】固定ミラー682と二次元走査ミラー684は共に集光光学系606の光軸を横切っている。従って、レンズ636とレンズ632とレンズ634と固定ミラー682と二次元走査ミラー684は直線的に配列されている。このようなレイアウトは、光学装置600の細径化と、走査部604の全長の短縮に有益である。

【0041】光走査型光学装置の第四の変形例では、図5(B)に示されるように、集光光学系606は、同軸に配置されたレンズ636とレンズ632とレンズ634を含むレンズ系を備えている。走査部604は、ライトガイド616から射出される光ビームの通過を許す開口694を中央に有する二次元走査ミラー692と、二次元走査ミラー692の開口694を通過した光ビームを二次元走査ミラー692に向けて反射する固定ミラー682とを備えている。二次元走査ミラー692は、例えば、いわゆるジンバル構造を有し、互いに直交する二本の軸の周りに揺動可能な曲面の反射面を備えており、固定ミラー682からの光ビームを集光光学系606に向けて反射する。

【0042】二次元走査ミラー692の曲面の反射面は、例えば収差を除去する機能を有している。これは、光学系の設計の自由度の向上に有利である。あるいは、二次元走査ミラー692の曲面の反射面は、例えば集光機能を有していてもよく、これに応じて集光光学系606のレンズの枚数が低減されてもよい。これは、部品点数の削減に有利である。

【0043】二次元走査ミラー692は、反射面の曲面の形状を変更する機能を有し、これにより焦点の位置を変え得る可変焦点走査ミラーであってもよい。このような可変焦点走査ミラーの使用は、光走査型光学装置を移動させることなく、観察面を光軸方向に移動させることを可能にする。

【0044】光走査型光学装置の第五の変形例では、図6(A)に示されるように、光源部602は、光源とレンズを含む光源ユニット610と、光源ユニット610からの光を一端から取り込み、他端から光ビームを射出する中空のライトガイド618とを備えている。光走査型光学装置は更に共焦点光学系を備えている。

【0045】共焦点光学系は、照明用レーザー702と、行きの光と戻り光を分離するビームスプリッター704と、行きの光と戻り光を伝達する光ファイバー706と、戻り光を検出する光検出器708とを備えている。光ファイバー706は、図6(B)に示されるように、ライトガイド618の中心を延びる空洞を通り、ライトガイド618に対して同軸に配置されている。

【0046】光ファイバー706は、例えばシングルモード光ファイバーであり、ピンホールとして機能する端面を有している。光ファイバー706は、共焦点光学像の光感度の向上のため、シングルモード光ファイバーアンプであってもよい。

【0047】図6(A)において、照明用レーザー702から射出されたレーザー光ビームは、ビームスプリッター704を通過し、光ファイバー706に入る。光ファイバー706の端面から射出されたレーザー光ビームは、二つの二次元走査ミラー622と624を経由し、集光光学系606によって一点に集光される。集光点に位置する被検体Sの一点で反射あるいは散乱された光の一部の成分は、往路を逆行し、光ファイバー706の端面からその内部に入り、その内部を伝搬し、ビームスプリッター704によって光検出器708に方向付けられ、光検出器708で光電変換される。

【0048】光ファイバー706の端面はピンホールとして機能するため、光ファイバー706の端面に対して共焦点の位置からはずれた点からの光は、光ファイバー706の端面に到達しない。従って、二つの走査ミラー622と624によりレーザー光ビームを走査しながら、光検出器708により戻り光を検出し、走査信号と検出信号を合わせて処理することにより、被検体Sの走査範囲の共焦点画像が得られる。

【0049】一方、光源ユニット610からの光は、一端からライトガイド618に入り、他端から射出される。ライトガイド618から射出された光ビームは、第一の走査ミラー622と第二の走査ミラー624を経由し、集光光学系606により集光される。被検体Sで反射あるいは散乱された光の一部の成分は、往路を逆行して、ライトガイド618に入る。ライトガイド618に

入った光は、光源ユニット610から被検体Sに向かう行きの光から分離され、ビームスプリッター642によって光検出器644に方向付けられる。光検出器644に入射した光は光電変換される。

【0050】二つの走査ミラー622と624により光ビームを走査しながら、光検出器644により戻り光を検出し、その出力信号を走査信号と合わせて処理することにより、被検体Sの走査範囲の通常の画像が得られる。

【0051】本変形例の光走査型光学装置は、共焦点光学系を備えているため、被検体Sの走査範囲の通常の画像に加えて、共焦点画像を得ることができる。

【0052】光走査型光学装置の第六の変形例では、図7(A)に示されるように、光検出部608は、被検体Sから集光光学系606と走査部604を経て戻る光を、光源ユニット610から被検体Sに向かう行きの光から分離するビームスプリッター642と、ビームスプリッター642で分離された光を、その強度に応じた電気信号に変換するための光検出器644とに加えて、被検体Sに最も近いレンズ634を取り囲むリング状の光検出器712を備えている。光検出器712は例えばフォトダイオードである。

【0053】光検出器712は、レンズ634の開口で捕りきれない広い角度に散乱された光を有効に検出する。従って、本変形例の光走査型光学装置では、光検出器644の検出信号に加えて光検出器712の検出信号を合わせて処理することにより、解像度は低いが、高感度な画像が得られる。

【0054】光検出器712はリング形状に限らない。例えば、本変形例の光走査型光学装置が組み込まれた内視鏡においては、光検出器712は、より好ましくは、図7(B)に示されるように、光走査型光学装置の集光光学系606のレンズ634と、鉗子や処置具等の挿入のためのチャンネル716aと716bを除いて、内視鏡650の挿入部先端面を覆う光検出素子714を備えている。

【0055】光走査型光学装置の第七の変形例では、光検出部608は、被検体Sからの戻り光を、被検体Sに向かう光から分離するビームスプリッター642と、ビームスプリッター642で分離された光を検出するための光検出器644とに加えて、図8に示されるように、被検体Sに最も近いレンズ634を取り囲むリング状の光検出器720を備えている。

【0056】光検出器720は、レンズ634を取り囲む輪帯状の第一のフォトダイオード722と、第一のフォトダイオード722を取り囲む輪帯状の第二のフォトダイオード724と、第二のフォトダイオード724を取り囲む輪帯状の第三のフォトダイオード726とを備えている。

【0057】フォトダイオード722と724と726

の出力信号は、必要な解像度や被写界深度に応じて選択的に処理される。例えば、画像の取得において、比較的高い解像度の要求に対しては、光検出器644の出力信号に加えて、第一のフォトダイオード722の出力信号が利用され、深い被写界深度の要求に対しては、さらに第二のフォトダイオード724、さらには第三のフォトダイオード726の出力信号も利用される。

【0058】光走査型光学装置の第八の変形例では、図9(A)に示されるように、光源部602と光検出部608は共通して集積型発光受光器730を備えている。言い換えれば、集積型発光受光器730は、発光器と受光器を一体化した部品で、光源部602と光検出部608の機能を兼ね備えている。

【0059】集積型発光受光器730は、図9(B)に示されるように、貫通孔734とその周りに形成された輪帯状の受光素子736を有する基板732と、貫通孔734と受光素子736を覆う光学的に透明なSiO₂膜738と、その上に形成されたオンチップ集光レンズ740と、基板732に固定された、光ビームを射出する固体発光素子742とを備えている。

【0060】受光素子736は、例えばフォトダイオードであるが、ピンフォトダイオードやアバランシェフォトダイオードであってもよい。固体発光素子742は、例えばVCSEL(vertical cavity surface emitting laser)であるが、LED(light emitting diode)やSLD(super luminescent diode)やELD(electro-luminescent device)やPDP(plasma display panel)であってもよい。

【0061】図9(B)において、固体発光素子742の発光領域744から射出される光ビームは、基板732の貫通孔734とSiO₂膜738と集光レンズ740を通り、集積型発光受光器730の外部に射出される。図9(A)において、集積型発光受光器730から射出された光ビームは、第一の一次元走査ミラー622と第二の一次元走査ミラー624を経た後、集光光学系606により収束性の光ビームに変換される。

【0062】被検体Sで反射あるいは散乱された光は、集光光学系606と第二の一次元走査ミラー624と第一の一次元走査ミラー622を経た後、集積型発光受光器730に戻り、受光素子736(図9(B)参照)によって光電変換される。

【0063】第一の一次元走査ミラー622と第二の一次元走査ミラー624によって光ビーム走査しながら受光素子736で被検体Sからの戻り光を検出し、受光素子736の検出信号を走査信号と合わせて処理することにより、被検体Sの走査範囲の画像が得られる。

【0064】カラー画像の取得のための一つの手法では、固体発光素子742は、白色光を発するか、RGBの三色の光を同時に発し、受光素子736は、その各々にRGBに対応した三色の色フィルターが設けられた三

つの受光領域を有している。これにより、一回の走査でカラーの画像が得られる。

【0065】カラー画像の取得のための一つの手法では、固体発光素子742はRGBの三色の光を時系列的に順に発光し、受光素子736は一つのフォトダイオードであり、受光素子736で検出される各色の画像信号がコンピュータ上で合成される。これにより、少ない部品でカラーの画像が得られる。

【0066】本変形例の光走査型光学装置は、ファイバーやビームスプリッターを必要としないため、装置の小型化や低価格化の点で有利である。

【0067】光走査型光学装置の第九の変形例では、図10(A)に示されるように、光源部602と光検出部608は共通に集積型発光受光器750を備えている。また、走査部604は、集積型発光受光器750と、一次元走査ミラー624とを備えている。言い換えれば、集積型発光受光器750は、光源部602と光検出部608を兼ねると共に走査部604の一部を成している。

【0068】集積型発光受光器750は、図10(B)に示されるように、前述の集積型発光受光器730(図9(B)参照)と、これを支持する一对のヒンジ752とを備えており、一对のヒンジ752は、シリコンや窒化シリコンやポリイミド製で、図示しない固定枠に固定されており、集積型発光受光器730は、圧電素子等の駆動機構により、ヒンジ752の中を通る軸の周りに揺動され得る。従って、集積型発光受光器750から射出される光ビームは、集積型発光受光器730の揺動に従って、ヒンジ752の中を通る軸に直交する平面内で走査される。

【0069】集積型発光受光器750と一次元走査ミラー624は、好ましくは、互いに直交する揺動軸を有している。例えば、集積型発光受光器750は、紙面に垂直な揺動軸を有し、従って、光ビームを紙面に平行な平面内で走査し得、一次元走査ミラー624は、光ビームを紙面に垂直な平面内で走査し得る。

【0070】図10(A)において、集積型発光受光器750から射出された光ビームは、一次元走査ミラー624を経た後、集光光学系606により収束性の光ビームに変換される。被検体Sで反射あるいは散乱された光は、集光光学系606と一次元走査ミラー624を経た後、集積型発光受光器750に戻り、受光素子736(図10(B)参照)によって光電変換される。

【0071】集積型発光受光器750と一次元走査ミラー624によって光ビーム走査しながら受光素子736で被検体Sからの戻り光を検出し、受光素子736の検出信号を走査信号と合わせて処理することにより、被検体Sの走査範囲の画像が得られる。

【0072】本変形例の光走査型光学装置は、ファイバーやビームスプリッターを必要とせず、また必要とする一次元走査ミラーも一つだけなので、第八の変形例に比

べて、装置の小型化や低価格化の点で更に有利である。また、必要な一次元走査ミラーが一つだけなので、反射による光損失が少なく、光感度の向上に有利である。

【0073】光走査型光学装置の第十の変形例では、図11(A)に示されるように、光源部602と光検出部608と走査部604は共通に集積型発光受光器760を備えている。言い換えれば、集積型発光受光器760は、光源部602と光検出部608と走査部604を兼ねている。

【0074】集積型発光受光器760は、図11(B)に示されるように、いわゆるジンバル構造をしており、前述の集積型発光受光器730(図9(B)参照)と、集積型発光受光器730から両側に第一の軸に沿って延びる第一の一对のヒンジ762と、第一の一对のヒンジ762を介して集積型発光受光器730を支持する可動枠764と、可動枠764から両側に第一の軸に直交する第二の軸に沿って延びる第二の一对のヒンジ766と、第二の一对のヒンジ766を介して可動枠764を支持する固定枠768とを備えている。集積型発光受光器730は、圧電素子等の駆動機構により、第一のヒンジ762の中を通る軸の周りに揺動され、また、可動枠764と共に第二のヒンジ766の中を通る第二の軸の周りに揺動され得る。つまり、集積型発光受光器730は、互いに直交する二本の軸の周りに揺動され得る。従って、集積型発光受光器760から射出される光ビームは、集積型発光受光器730の二本の軸の周りの揺動に応じて、二次元的に走査され得る。

【0075】図11(A)において、集積型発光受光器760から射出された光ビームは、集光光学系606により収束性の光ビームに変換される。被検体Sで反射あるいは散乱された光は、集光光学系606を経て集積型発光受光器750に戻り、受光素子736(図9(B)または図10(B)参照)によって光電変換される。

【0076】集積型発光受光器760により光ビーム走査しながら受光素子736(図9(B)参照)で被検体Sからの戻り光を検出し、受光素子736の検出信号を走査信号と合わせて処理することにより、被検体Sの走査範囲の画像が得られる。

【0077】本変形例の光走査型光学装置は、ファイバーやビームスプリッターや走査ミラーを必要としないので、第九の変形例に比べて、装置の小型化や低価格化や光感度の向上の点で更に有利である。さらに、集光光学系606の二枚のレンズ632と634と集積型発光受光器760が同軸に配置されているため、光走査型光学装置の細径化に有利である。

【0078】第十一の変形例の光走査型光学装置は、図12に示されるように、光源部602と光検出部608と走査部604を兼ねる二次元駆動可能な前述の集積型発光受光器760と、二枚のレンズ632と634から成る集光光学系606とを備えており、これらは、ドラ

イバー772と共に、前面に光ビームの通過を許す開口776を有する箱体774に収容されている。箱体774の開口776の周囲には、レンズ634の開口を越えて広がる散乱光を検出するための光検出素子778が設けられている。これらは、マイクロマシン技術により一体的に製造されている。

【0079】ドライバー772は、集積型発光受光器760内の発光素子やアクチュエータを駆動する為のドライバー回路や、受光素子からの電気信号を整形や増幅やデジタル化するためのアンプやコンバーター回路等を含む集積回路である。ドライバー772は、箱体774の後ろ面から延出する駆動・信号線780を介して、外部の制御装置に連絡されている。

【0080】ドライバー772は、駆動・信号線780を介して供給される電流や基準クロックなどにより、集積型発光受光器760内の発光素子やアクチュエータを駆動し、これにより光ビームは箱体774の開口776を介して射出されると共に走査される。被検体Sで反射あるいは散乱された光は、集積型発光受光器760内の受光素子により、あるいは、これに加えて箱体774の前面に配置された光検出素子778により検出される。集積型発光受光器760内の受光素子あるいは光検出素子778で光電変換された信号は、ドライバー772により、増幅やデジタル変換され、駆動・信号線780を介して外部に出力される。この出力信号を走査信号と合わせて処理することにより、被検体Sの走査範囲の画像が得られる。

【0081】本変形例の光走査型光学装置は、その多くの構成部品がマイクロマシン技術により、その制御回路と共に一体的に作製されるため、非常に小型化されている。

【0082】第十二の変形例の光走査型光学装置は、図13に示されるように、光源部602と光検出部608と走査部604を兼ねる二次元駆動可能な前述の集積型発光受光器760と、平板レンズ784とその前面に配置された色フィルター等のフィルター786を備える集光光学系606とを備えており、平板レンズ784は例えば集光作用を持つ回折光学素子や屈折率分布型レンズであり、これらは、ドライバー772と共に、マイクロマシン技術により一体的に製造されている。

【0083】本変形例の光走査型光学装置は、その多くの構成部品がマイクロマシン技術により、その制御回路と共に一体的に作製されており、さらに集光光学系606に平板レンズが利用されているため、第十一の変形例よりも、さらに非常に小型化されている。

【0084】第十三の変形例は、第八の変形例～第十二の変形例に適用可能な別の集積型発光受光器790であり、この集積型発光受光器790は、図14に示されるように、第八の変形例～第十二の変形例において用いられている集積型発光受光器730(図9(B)参照)に加え

て、固体発光素子742の発光領域744を通過する被検体からの戻り光を検出する受光素子792を備えている。

【0085】固体発光素子742の発光領域744は微小な発光面を有しているため、その発光面に対して共焦点の位置にある被検体Sの点からの光のみが発光領域744に戻る。被検体Sからの戻り光は、位相板等(図示せず)により位相変換されることで、固体発光素子742の発光領域744を通過し得る。このように固体発光素子742の発光領域744を通過する被検体Sからの戻り光は受光素子792で検出される。一方、発光領域744の発光面に対して共焦点の位置からはずれた点からの光は、固体発光素子742の発光領域744に到達しない。従って、光ビームを走査しながら受光素子792の検出信号を走査信号と合わせて処理することにより、被検体Sの走査範囲の共焦点画像が得られる。

【0086】カラー画像の取得のための一つの手法では、固体発光素子742は、白色光を発するか、RGBの三色の光を同時に発し、受光素子792は、その各々にRGBに対応した三色の色フィルターが設けられた三つの受光領域を有している。これにより、一回の走査でカラーの共焦点画像が得られる。

【0087】カラー画像の取得のための一つの手法では、固体発光素子742はRGBの三色の光を時系列的に順に発光し、受光素子792は一つのフォトダイオードであり、受光素子792で検出される各色の画像信号がコンピュータ上で合成される。これにより、少ない部品でカラーの共焦点画像が得られる。

【0088】被検体Sの走査範囲の通常の画像は、光ビームを走査しながら受光素子736の検出信号を走査信号と合わせて同様に処理することにより得られる。

【0089】従って、本変形例の光走査型光学装置は、被検体Sの走査範囲の通常の画像に加えて、共焦点観察によるより高解像度な画像や光学断面像を得ることができる。

【0090】光走査型光学装置の第十四の変形例では、図15(A)に示されるように、走査部604は、第一の軸の周りに揺動可能なプリズムを有する第一の一次元走査プリズム802と、第一の軸に対して非平行な第二の軸の周りに揺動可能なプリズムを有する第二の一次元走査プリズム804とを備えている。

【0091】第一の一次元走査プリズム802と第二の一次元走査プリズム804は同じ構造を有しており、その各々は、図15(B)に示されるように、図示しない固定枠に固定された一对のヒンジ814によって支持されるプリズム812を有している。プリズム812は、圧電素子等の駆動機構により、ヒンジ814の中を通る軸の周りに揺動される。

【0092】プリズム812は、互いに非平行な一对の光学表面を有し、その傾斜方向すなわち両者間の傾きが

最も大きい方向は、揺動軸に直交する平面に平行である。従って、プリズム812を通過する光ビームは、プリズム812の揺動に応じて、プリズム812の揺動軸に直交する平面内で走査される。

【0093】第一の一次元走査プリズム802と第二の一次元走査プリズム804は、好ましくは、互いに直交する揺動軸を有している。例えば、第一の走査プリズム802は、紙面に垂直な揺動軸を有し、従って、光ビームを紙面に平行な平面内で走査し得、第二の走査プリズム804は、光ビームを紙面に垂直な平面内で走査し得る。

【0094】図15(A)において、ライトガイド616から射出された光ビームは、第一の一次元走査プリズム802と第二の一次元走査プリズム804を順に通過し、集光光学系606によって集光される。被検体Sで反射あるいは散乱された光の一部の成分は、往路を逆行して、ライトガイド616に入り、その後、前述したように、ビームスプリッター642によって分離され、光検出器644により光電変換される。二つの一次元走査プリズム802と804により光ビームを走査しながら、光検出器644により戻り光を検出し、その出力信号を走査信号と合わせて処理することにより、被検体Sの走査範囲の画像が得られる。

【0095】本変形例の光走査型光学装置は、走査部604が反射面を持たないので、走査部604での光の損失が少ない。

【0096】光走査型光学装置の第十五の変形例では、図16(A)に示されるように、走査部604は、第一の軸の周りとは、これに非平行な第二の軸の周りに揺動可能なプリズムを有する二次元走査プリズム820を備えている。

【0097】二次元走査プリズム820は、図16(C)に示されるように、いわゆるジンバル構造をしており、プリズム822と、プリズム822から両側に第一の軸に沿って延びる第一の一对のヒンジ824と、第一の一对のヒンジ824を介してプリズム822を支持する可動枠826と、可動枠826から両側に第一の軸に直交する第二の軸に沿って延びる第二の一对のヒンジ828と、第二の一对のヒンジ828を介して可動枠826を支持する固定枠830とを備えている。プリズム822は、圧電素子等の駆動機構により、第一のヒンジ824の中を通る軸の周りに揺動され、また、可動枠826と共に第二のヒンジ828の中を通る第二の軸の周りに揺動され得る。つまり、プリズム822は、互いに直交する二本の軸の周りに揺動され得る。

【0098】プリズム822は、互いに非平行な一对の光学表面を有し、図16(B)に示されるように、その傾斜方向すなわち両者間の傾きが最も大きい方向は、第一のヒンジ824の中を通る第一の軸に直交する平面と、第二のヒンジ828の中を通る第二の軸に直交する平面

の両方に非平行である。従って、プリズム822の第一の軸の周りの揺動は、これを通する光ビームを第一の軸に直交する平面内で走査し、プリズム822の第二の軸の周りの揺動は、これを通する光ビームを第二の軸に直交する平面内で走査する。つまり、二次元走査ミラー820は、光ビームを二次元的に走査し得る。

【0099】図16(A)において、ライトガイド616から射出された光ビームは、二次元走査プリズム820を通し、集光光学系606によって集光される。被検体Sで反射あるいは散乱された光の一部の成分は、往路を逆行して、ライトガイド616に入り、その後、前述したように、ビームスプリッター642によって分離され、光検出器644により光電変換される。二次元走査プリズム820により光ビームを走査しながら、光検出器644により戻り光を検出し、その出力信号を走査信号と合わせて処理することにより、被検体Sの走査範囲の画像が得られる。

【0100】本変形例の光走査型光学装置は、走査部604が全く反射面を持たないので、走査部604での光の損失が非常に少ない。

【0101】光走査型光学装置の第十六の変形例では、図17に示されるように、集光光学系606は、ライトガイド616から射出される光ビームの光路を折り返す第一の固定ミラー842と、第一の固定ミラー842で反射された光ビームの光路を再び折り返す第二の固定ミラー844と、レンズ632とレンズ634を備えるレンズ系とを備えている。これらの光学要素は共に、一つのユニット840の中に、直線的に配列され、固定されている。第二の固定ミラー844は、ライトガイド616から射出される光ビームの通過を許す開口846を中央に有している。

【0102】走査部604は、ユニット840を第一の方向に一元的に揺動する第一の一次元駆動圧電振動子852と、ユニット840を第二の方向に一元的に揺動する第二の一次元駆動圧電振動子854とを備えており、これらの圧電振動子852と854は固定支持部856によって支持されている。

【0103】例えば、第一の圧電振動子852は、ユニット840を図面に平行な方向に揺動し、第二の圧電振動子854は、ユニット840を図面に直交する方向に揺動する。これにより、ユニット840は二次元的に揺動され、従って、光ビームが二次元的に走査される。

【0104】図17において、ライトガイド616から射出された光ビームは、集光光学系606によって集光される。被検体Sで反射あるいは散乱された光の一部の成分は、往路を逆行して、ライトガイド616に入り、ビームスプリッター642によって分離され、光検出器644により光電変換される。

【0105】従って、第一の圧電振動子852と第二の圧電振動子854により、ユニット840を二次元的に

揺動させて光ビームを二次元的に走査しながら、光検出器644により被検体Sからの反射散乱光を検出し、その検出信号を走査信号と合わせて処理することにより、被検体Sの走査範囲の像が得られる。

【0106】本変形例の光走査型光学装置は、集光光学系の構成要素が直線的に配列されているため細径化に有利である。第一の固定ミラー842と第二の固定ミラー844は省略されてもよい。第一の固定ミラー842と第二の固定ミラー844が省略された光走査型光学装置は、内視鏡への適用に対して、長い硬質長を要求するが、反射に起因する光利用効率の低下の改善に有利である。本変形例の光走査型光学装置では、集光光学系の全ての構成要素を揺動しているが、レンズ362とレンズ364を備えるレンズ系のみが揺動されてもよい。

【0107】光走査型光学装置の第十七の変形例では、図18に示されるように、集光光学系606は、同軸に配置されたレンズ640とレンズ638とレンズ636とレンズ632とレンズ634を含むレンズ系を備えている。走査部604は、ライトガイド616から射出される光ビームの通過を許す開口686を中央に有する二次元走査ミラー684と、二次元走査ミラー684の開口686を通過した光ビームを二次元走査ミラー684に向けて反射する固定ミラー682とを備えている。

【0108】二次元走査ミラー684は、例えば、いわゆるジンバル構造を有し、互いに直交する二本の軸の周りに揺動可能な反射面を備えており、固定ミラー682からの光ビームを集光光学系606に向けて反射する。

【0109】固定ミラー682は、レンズ640によって支持され、レンズ640の中央に位置している。固定ミラー682は、例えば、レンズ640の光学表面に選択的に金属を蒸着して作製される。

【0110】レンズ640は、いわば結像レンズとして作用し、ライトガイド616から射出される光ビームを、集光光学系606の中間結像面に集光させる。レンズ638は、集光光学系606の中間結像面に位置し、フィールドレンズとして作用する。レンズ636とレンズ632とレンズ634はリレーレンズ系として作用する。

【0111】二次元走査ミラー684の揺動により集光光学系606の中間結像面上の集光点の移動は、三枚のレンズ636と632と634を有するリレーレンズ系によって拡大されてリレーされる。つまり、三枚のレンズ636と632と634を有するリレーレンズ系は、これなしで得られる二次元走査ミラー684による走査範囲を拡大する。これにより、本変形例の光走査型光学装置は、十分に広い画角で被検体Sの像を得ることができる。

【0112】本明細書は、以下の各項に記す発明を開示している。

【0113】1. (構成) 被検面に光を照射し、その戻

り光を検出することで被検面像を得る光走査型光学装置であって、被検面を照明する白色もしくは色面順次光源と、前記光源からの照明光および前記被検面の所望の領域からの戻り光を走査する走査手段と、前記照明光及び前記被検面からの戻り光を集光する集光光学素子と、前記集光光学素子および前記走査手段により集光された戻り光を検出する光検出部とを有する光走査型光学装置。

【0114】(作用効果) CCDを使わなくても二次元画像を得ることが可能となるため、コストを低減させることができる。また、解像度に関してCCDの分解能という制限がなくなるので、光量、蓄積時間、走査領域、走査周波数等を適宜組み合わせることで、容易に高解像を実現することができる。

【0115】2.(構成) 前記光源は白色光を前記被検体に照射するものであって、前記光検出部はRGB分解プリズムと、複数の受光素子を有する第1項に記載の光走査型光学装置。

【0116】(作用効果) 一度の被検面走査でRGB信号を一度に検出することができるので、面順次照明の場合に比べて、動解像度を向上させることができる。

【0117】3.(構成) 前記光源はRGB光を順次前記被検体に照射するものであって、前記光検出部は一個の受光部を有し、各色の信号を合成してカラー画像を得る第1項に記載の光走査型光学装置。

【0118】(作用効果) 一個の受光部でRGB信号を検出することができるので、白色照明の場合に比べて、部品点数の低減が可能となる。

【0119】4.(構成) 前記光検出部は、前記戻り光のうち特定の波長の光のみを選択する波長選択手段を付加した、第2項あるいは第3項に記載の走査型光学装置。

【0120】(作用効果) 例えば蛍光観察により、病変部などを一目瞭然に観察することができる。

【0121】5.(構成) 前記走査手段は、複数の反射ミラーを備え、少なくともそのうちの一つが揺動可能な走査ミラーである、第1項に記載の光走査型光学装置。

【0122】6.(構成) 前記複数の反射ミラーは、半導体製造プロセスを用いて作成されたマイクロマシンミラーである、第5項に記載の光走査型光学装置。

【0123】(作用効果) マイクロマシン技術で作製したマイクロマシンミラーを用いることで、光学装置を小型化できる。

【0124】7.(構成) 前記複数の反射ミラーは、前記光学素子で集光された前記被検面からの戻り光を反射するための第一の反射ミラーと、前記第一の反射ミラーからの反射光を前記光検出部に向けて反射する第二の反射ミラーとからなる、第6項に記載の光走査型光学装置。

【0125】8.(構成) 前記複数の反射ミラーは、前記光学素子で集光された前記被検面からの戻り光を反射

するためのジンバル型反射ミラーと、前記ジンバル型反射ミラーからの反射光を前記ジンバル型反射ミラーに設けた開口部を経由して前記光検出部に向けて反射する固定反射ミラーとからなる、第5項または第6項に記載の光走査型光学装置。

【0126】(作用効果) 光学装置の挿入方向と視野方向とを一致させた直視型の光学装置とすることができ、操作性に優れた光学装置を提供することができる。

【0127】9.(構成) 前記複数の反射ミラーのうち、少なくとも一つの反射面を曲面とすることで構成されている、第5項～第8項に記載の光走査型光学装置。

【0128】(作用効果) 走査手段を構成する反射面を曲面として集光作用を持たせているので、別途集光光学素子を設ける必要がなく、部品点数を削減することができる。

【0129】10.(構成) 前記曲面で構成された反射面は、その曲面を変形して焦点を変えることができる、第9項に記載の光走査型光学装置。

【0130】(作用効果) 装置全体を移動させなくても、反射面を変形させて焦点距離を変えれば、被検面の位置を移動させることができる。

【0131】11.(構成) 前記光源と前記走査手段の間に、ライトガイドあるいはファイバースケールもしくはマルチモードファイバーよりなる光伝送系を備えた、第1項に記載の光走査型光学装置。

【0132】12.(構成) 前記光源と前記走査手段の間に、ライトガイドあるいはファイバースケールもしくはマルチモードファイバーよりなる光伝送系を備えた光走査型光学装置において、前記光伝送系にシングルモード光ファイバーをさらに備え、前記シングルモード光ファイバーの出射端を一つの焦点とした共焦点光学系を付加した、第11項に記載の光走査型光学装置。

【0133】(作用効果) 通常の観察を行うことができると共に、共焦点系による微細な観察も行うことができる。

【0134】13.(構成) 前記被検面に対向する前記集光光学素子先端部に、先端光検出部を備えた、第1項に記載の光走査型光学装置。

【0135】(作用効果) 解像度と被写界深度の調整を行うことができる。

【0136】14.(構成) 前記先端光検出部は、その受光領域面積が可変である、第13項に記載の光走査型光学装置。

【0137】(作用効果) 受光領域の面積を変えることで、さらに解像度と被写界深度の調整を行うことができる。

【0138】15.(構成) 前記先端光検出部は、その受光領域が同心円上に複数の領域に分割されており、前記複数の受光領域の出力を選択可能に構成されている、第14項に記載の光走査型光学装置。

【0139】(作用効果) 中心付近の受光領域のみを用いることで解像度の高い画像を得ることができ、さらに外側の受光領域を用いるようになるにつれて、解像度は低下するが被写界深度の大きい画像を得ることができ

る。
【0140】16. (構成) 被検面に光を照射し、その戻り光を検出することで被検面像を得る光走査型光学装置であって、被検面を照明する光源と、前記光源からの照明光および前記被検面の所望の領域からの戻り光を走査する走査手段と、前記照明光及び前記被検面からの戻り光を集光する集光光学素子と、前記集光光学素子および前記走査手段により集光された戻り光を検出する光検出部とを有する光走査型光学装置において、前記光源がLEDやLD(レーザーダイオード)あるいはELなどの発光素子で構成され、前記光検出手段がPD(フォトダイオード)やPIN型PDやAPD(アバランシェフォトダイオード)などの受光素子より構成され、前記光源と前記光検出手段が一体形成されたモジュールよりなり、前記モジュールが前記光走査手段の近傍に配置された光走査型光学装置。

【0141】(作用効果) 光ファイバーが不要になり、感度の向上、装置の小型化、光利用効率の向上が達成できる。

【0142】17. (構成) 前記モジュールにおいて、前記光源から見て前記光検出手段とは反対側にさらにPDやPIN型PDやAPDより構成される第2の光検出手段を設け、共焦点光学像の情報を得られる機能を付加した、第16項に記載の光走査型光学装置。

【0143】(作用効果) 通常の観察を行うことができると共に、共焦点系による微細な観察も行うことができる。

【0144】18. (構成) 前記モジュールが一次元方向に揺動可能であり、一次元に揺動可能な反射ミラーとで走査手段を構成した、第16項に記載の光走査型光学装置。

【0145】(作用効果) 部品点数の削減による低価格化、硬性長の短縮化などが実現可能となる。

【0146】19. (構成) 前記モジュールが二次元方向に揺動可能であり、反射ミラー無しで走査手段を実現可能とした、第16項に記載の光走査型光学装置。

【0147】(作用効果) 更なる部品点数の削減による低価格化、硬性長の短縮化などが実現可能となる。

【0148】20. (構成) 被検面を照明する光源と、前記光源からの照明光および前記被検面の所望の領域からの戻り光を走査する走査手段と、前記照明光及び前記被検面からの戻り光を集光する集光光学素子と、前記集光光学素子および前記走査手段により集光された戻り光を検出する光検出部とが一体形成されている、第16項に記載の光走査型光学装置。

【0149】(作用効果) 光走査型光学装置のサイズが

極小化される。

【0150】21. (構成) 被検面に光を照射し、その戻り光を検出することで被検面像を得る光走査型光学装置であって、被検面を照明する光源と、前記光源からの照明光および前記被検面の所望の領域からの戻り光を走査する走査手段と、前記照明光及び前記被検面からの戻り光を集光する集光光学素子と、前記集光光学素子および前記走査手段により集光された戻り光を検出する光検出部とを有する光走査型光学装置において、前記走査手段は、少なくとも一次元に揺動可能な楔型プリズムを二個以上使用した光走査型光学装置。

【0151】(作用効果) 光走査型光学装置の細径化が実現される。

【0152】22. (構成) 前記走査手段は、二次元的に厚さに傾斜を付与した楔型プリズムと、該楔型プリズムをジンバル構造で二次元的に駆動させる機構で構成した、第21項に記載の光走査型光学装置。

【0153】(作用効果) 光走査型光学装置の細径化と硬性長の短縮が実現される。

【0154】23. (構成) 前記走査手段による前記被検体上の走査領域を拡大するためのリレー光学系をさらに有する第1項～第10項に記載の光走査型光学装置。

【0155】

【発明の効果】本発明によれば、高価なCCD等の固体撮像素子を用いることなく、二次元画像を高い分解能で取得し得る光学装置及びこれを用いた内視鏡が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態による光走査型光学装置を概略的に示している。

【図2】図1に示される光走査型光学装置が組み込まれた内視鏡を概略的に示している。

【図3】本発明の実施の形態の第一の変形例の光走査型光学装置における光検出器を概略的に示している。

【図4】本発明の実施の形態の第二の変形例の光走査型光学装置における光検出器を概略的に示している。

【図5】(A)は本発明の実施の形態の第三の変形例の光走査型光学装置を概略的に示し、(B)は本発明の実施の形態の第四の変形例の光走査型光学装置を概略的に示している。

【図6】(A)は本発明の実施の形態の第五の変形例の光走査型光学装置を概略的に示し、(B)は(A)に示される同軸に配置された光ファイバーとライトガイドの端面を示している。

【図7】(A)は本発明の実施の形態の第六の変形例の光走査型光学装置を概略的に示し、(B)は(A)の光走査型光学装置が組み込まれた内視鏡の先端面に配置された光検出器の好適な例を概略的に示している。

【図8】本発明の実施の形態の第七の変形例の光走査型

光学装置における光検出器を概略的に示している。

【図9】(A)は本発明の実施の形態の第八の変形例の光走査型光学装置を概略的に示し、(B)は(A)に示される集積型発光受光器を概略的に示している。

【図10】(A)は本発明の実施の形態の第九の変形例の光走査型光学装置を概略的に示し、(B)は(A)に示される集積型発光受光器を概略的に示している。

【図11】(A)は本発明の実施の形態の第十の変形例の光走査型光学装置を概略的に示し、(B)は(A)に示される集積型発光受光器を概略的に示している。

【図12】本発明の実施の形態の第十一の変形例の光走査型光学装置を概略的に示している。

【図13】本発明の実施の形態の第十二の変形例の光走査型光学装置を概略的に示している。

【図14】本発明の実施の形態の第十三の変形例による集積型発光受光器を概略的に示している。

【図15】(A)は本発明の実施の形態の第十四の変形例の光走査型光学装置を概略的に示し、(B)は(A)に示される一次元走査プリズムの部分的な斜視図である。

【図16】(A)は本発明の実施の形態の第十五の変形例の光走査型光学装置を概略的に示し、(B)は(A)に示される二次元走査プリズムの部分的な斜視図であり、(C)は(A)に示される二次元走査プリズムの平面図である。

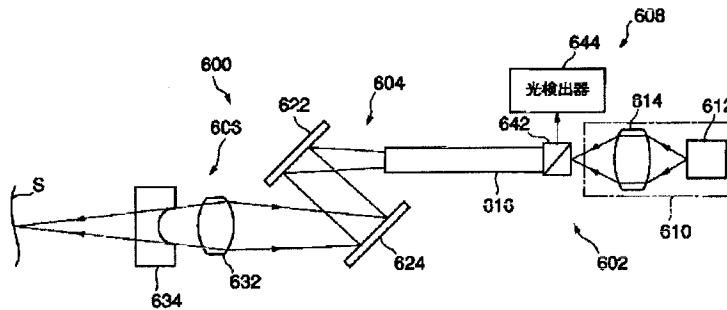
【図17】本発明の実施の形態の第十六の変形例の光走査型光学装置を概略的に示している。

【図18】本発明の実施の形態の第十七の変形例の光走査型光学装置を概略的に示している。

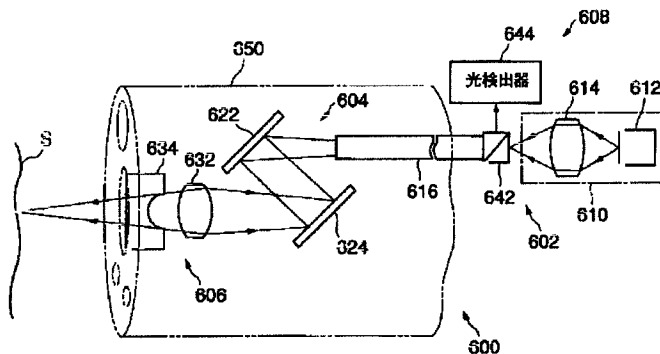
【符号の説明】

- 600 光走査型光学装置
- 602 光源部
- 604 走査部
- 606 集光光学系
- 608 検出部
- 622 第一の一次元走査ミラー
- 624 第二の一次元走査ミラー
- 642 ビームスプリッター
- 644 光検出器

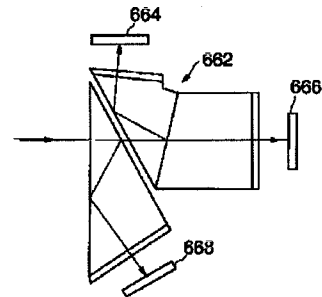
【図1】



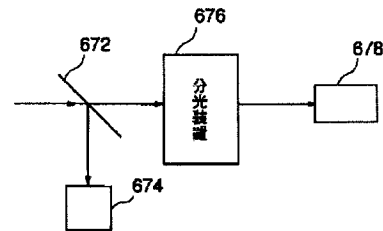
【図2】



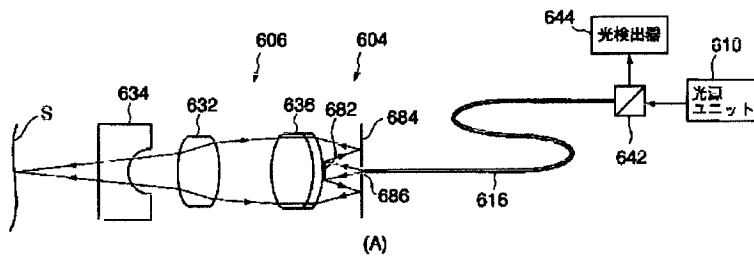
【図3】



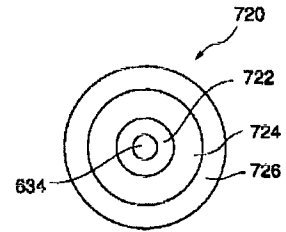
【図4】



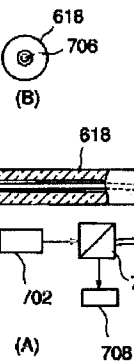
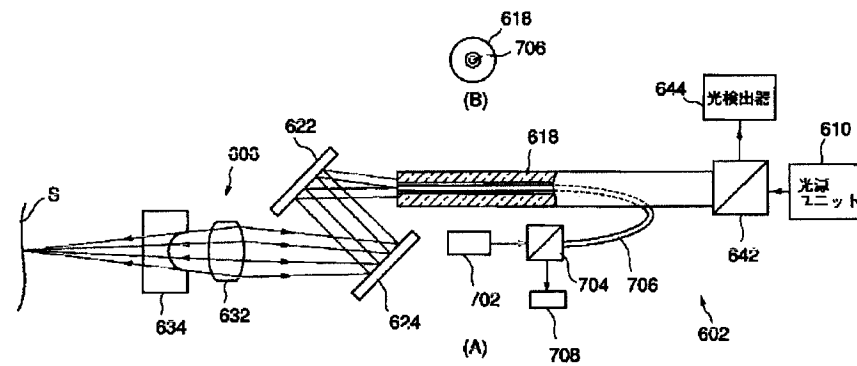
【図5】



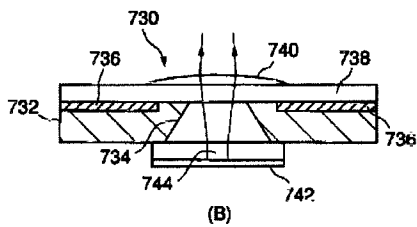
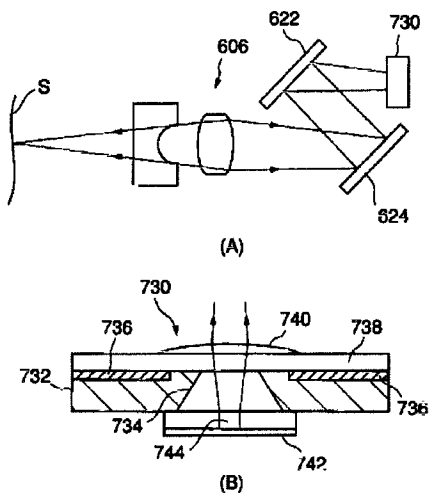
【図8】



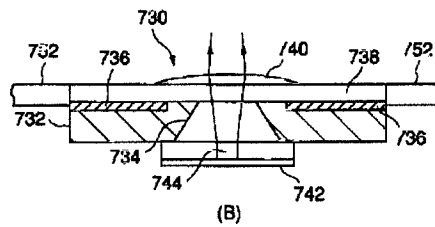
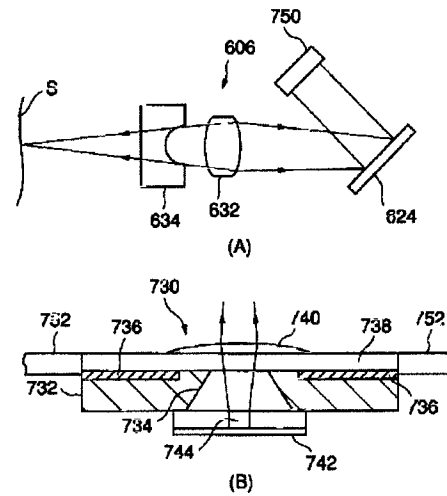
【図6】



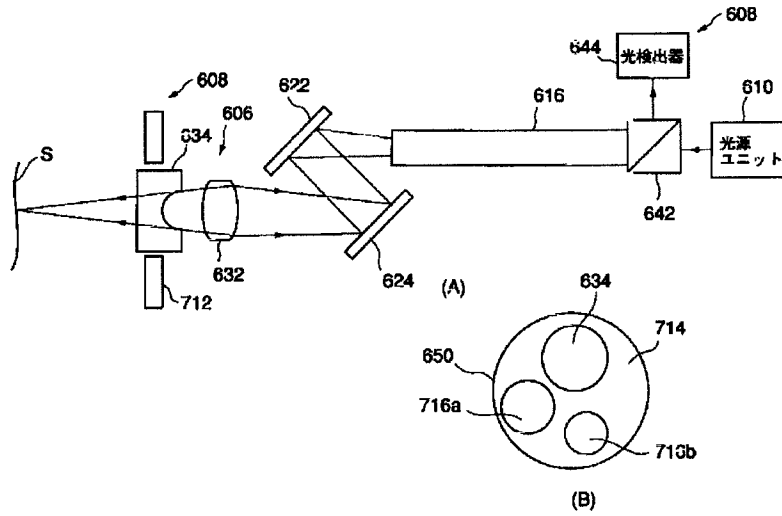
【図9】



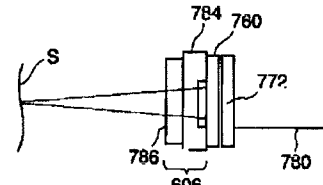
【図10】



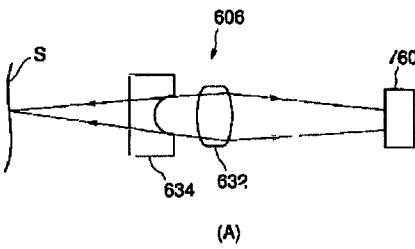
【図7】



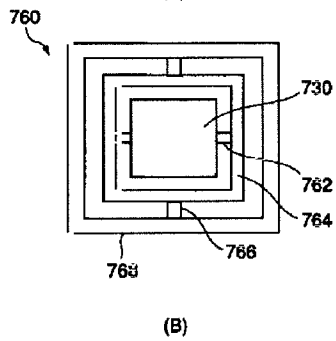
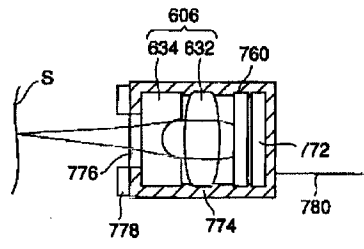
【図13】



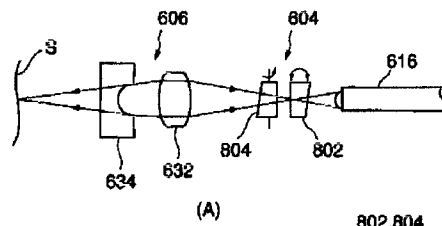
【図11】



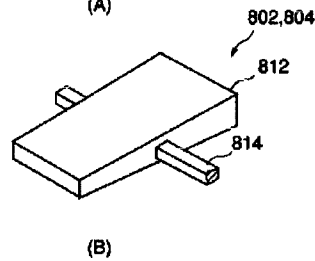
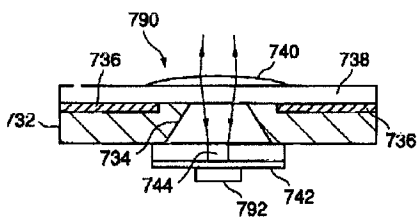
【図12】



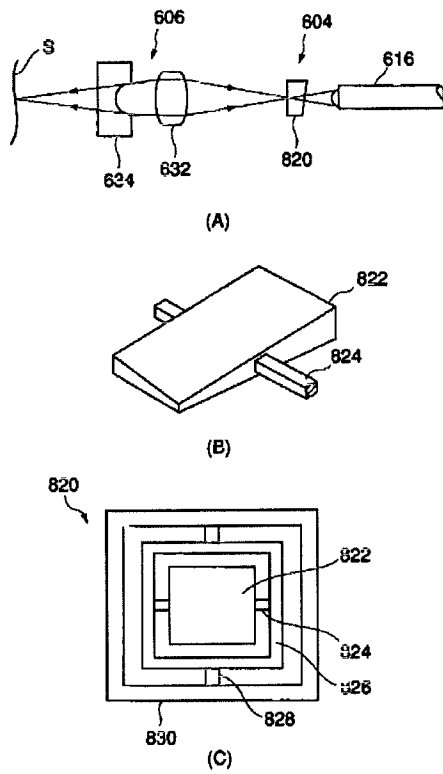
【図15】



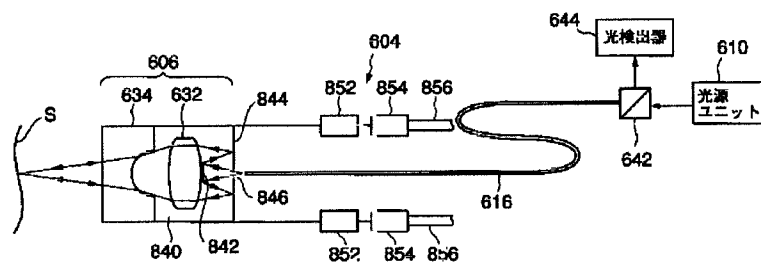
【図14】



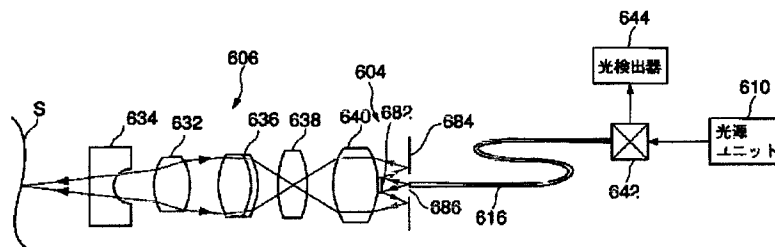
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 高山 修一
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内
(72)発明者 小野 勝也
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内
(72)発明者 菅 武志
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 山宮 広之
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内
Fターム(参考) 2H040 BA12 CA09 CA11 CA23 CA25
CA27 DA03 DA18 DA41 GA00
GA05 GA11
2H045 AB13 AB73 BA02 BA12 DA31
2H052 AA08 AA09 AC04 AC14 AC15
AC27 AF06 AF25
4C061 AA00 BB02 CC07 DD00 FF40
JJ06 LL10 MM02 MM10 NN01
NN05 PP11 RR06 RR17 RR26
WW17